# Über Dauersporen bei marinen Coccolithineen

Von

Dr. Erwin Kamptner

(Mit 2 Textfiguren und 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Februar 1937)

## Einleitung.

Im Jahre 1902 erschien die rühmlichst bekannte Monographie der Coccolithineen von H. Lohmann. Sie stellte eine eingehende Zusammenfassung des damaligen Wissens über diese eigenartige, geologisch nicht unwichtige Flagellatengruppe dar, und es war ihr beschieden, auf die Forschung sehr anregend zu wirken. So vielseitig das Beobachtungsmaterial ist, das in dieser Arbeit zusammengetragen erscheint, so sucht man in ihr doch vergebens nach Angaben über das Vorkommen von Dauersporen, wie sie von anderen Schwebepflanzen, insbesondere auch von manchen Chrysomonaden, bereits bekannt waren. Seither wurde die Frage nach der Existenz solcher Entwicklungszustände bei Kalkflagellaten zwar wiederholt aufgeworfen, aber keineswegs stets in einem und demselben Sinne beantwortet.

Die ältesten, sehr unsicheren Mitteilungen über Dauerstadien (G. Klebs, 1893; A. Pascher, 1910) beziehen sich auf die Süßwassergattung *Hymenomonas* und stammen aus einer Zeit, in der dieses Genus noch nicht den Coccolithineen zugezählt wurde. Aber von Dauerzuständen bei marinen Formen berichtet erst J. Schiller (1916, p. 280). Er meint, daß sie bei vielen Arten vorkommen und bezeichnet den Zellinhalt der fraglichen Gebilde als kugelig zusammengeballt, wobei die Chromatophoren intensiv hellbraun gefärbt waren. Ja, der Autor glaubt sogar, eine dicke Membran um die Spore herum wahrgenommen zu haben, während Geißeln wie auch Coccolithen völlig fehlten. Fast ein Dezennium nachher verwirft Schiller (1925, S. 53) wiederum die Meinung, daß es sich bei den von ihm geschilderten Zellen um Dauersporen gehandelt habe, und bekennt sich zu dem Eingeständnis, daß der sichere Nachweis derselben bei den Kalkflagellaten bisher noch nicht geglückt sei, wenngleich man ihr tatsächliches Vorhandensein vermuten dürfe. Wiederum einige Jahre später kommt Schiller (1930, p. 122) in seiner zusammenfassenden Darstellung der Coccolithineen für Rabenhorst's Kryptogamenflora auf die Frage nach den Dauerstadien zurück. Er erinnert sich dabei seiner 14 Jahre früher getanen Äußerung über die Bedeutung des zusammengeballten Zellinhaltes, scheint aber jetzt eher geneigt, diesen für ein Kunstprodukt zu

halten, vor allem in Hinblick auf die geläufige Tatsache, daß der Zellinhalt der Kalkflagellaten, wie überhaupt der Chrysomonaden, gegen Reize aller Art überaus empfindlich ist und sich unter unnatürlichen Bedingungen sehr bald zusammenzuballen pflegt. So war also das Bestehen von Dauersporen bei Kalkflagellaten damals immer noch unbewiesen. Beschreibungen angeblicher Dauersporen bei Brackwasser- und Süßwasser-Coccolithineen sind indes auch in jüngerer Zeit in der Literatur aufgetaucht, so für W. Conrad's (1926, p. 199, Taf. 8, Fig. 46) *Coccochrysis subsalsa* aus dem Brackwasser an der Mündung des Yser in Belgien, ferner für *Hymenomonas* aus Süßwasser in Ungarn (G. Entz jun., 1930, p. 683 ff., Fig. 18 bis 20). Ich habe schon seinerzeit (1928*b*, p. 21, 22) dargelegt, daß ich mich der Interpretation, die Conrad seinem Fund gab, nicht anzuschließen vermag und keineswegs der Meinung bin, daß dem genannten Forscher wirklich eine solche Dauerspore vorgelegen habe. Gleiches gilt für die Funde von G. Entz; hier handelt es sich wohl nur um Teilungszustände, wie sie sehr an den von Lohmann (1902, p. 121, 122) beschriebenen Modus der Teilung innerhalb von »Macrotheken« erinnern.

Das Fehlen eines Nachweises von Dauersporen bei Coccolithineen war somit bis in die jüngste Zeit ganz augenscheinlich, und im Jahre 1925 erschien dieser Umstand für Schiller sogar geeignet, die relative systematische Selbständigkeit der Gruppe gegenüber den Chrysomonaden wesentlich zu unterstützen.

Seit einiger Zeit bin ich damit beschäftigt, die Coccolithineen der Meeresgegend von Rovigno in Istrien einer zusammenfassenden Bearbeitung und Darstellung zu unterziehen. Das reiche, zu diesem Zwecke in meinen Händen befindliche Material an konservierten Planktonproben, desgleichen ein Studienaufenthalt am Deutsch-italienischen Institut für Meeresbiologie in Rovigno im September und Oktober 1935 gaben mir Gelegenheit, auch der Frage nach der Existenz von Dauerstadien mariner Kalkflagellaten meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ich war dabei von der Überzeugung geleitet, daß eine Lösung dieses Problems in positivem Sinne nicht mehr fern sein könne; und meinen Nachsuchungen ist der Erfolg keineswegs versagt geblieben. In meinem Bericht (Kamptner 1936) an die Akademie der Wissenschaften in Wien über die bisherigen Ergebnisse meiner Coccolithineenstudien am Adriatischen Meer habe ich über die Funde von Dauerzuständen gleichfalls kurze Mitteilung gemacht. Die folgenden Ausführungen bringen nun eine eingehendere Behandlung dieses speziellen Gegenstandes.

## Dauersporen von *Pontosphaera steueri* nov. spec.

Zuerst gelang mir die Auffindung einer Dauersporenform, die ich der Gattung *Pontosphaera* zurechnen möchte; sie sei als *Pont. steueri* nov. spec.[1] bezeichnet. Denn eine aus ganz ebenso gebauten

---

[1] Benannt nach dem Zoologen Prof. A. Steuer, Direktor am Institut für Meeresbiologie in Rovigno d'Istria.

Kalkelementen bestehende gewöhnliche Coccolithineenschale ist noch nicht gefunden. Dies bedeutet gleichzeitig, daß die zur vorliegenden Dauerspore gehörige vegetative Form noch unbekannt ist. Um so reichlicher konnten die Dauerzustände selbst studiert werden. Diese besitzen Eiform und sind gekennzeichnet durch eine dicke, homogene, stark lichtbrechende Wand mit einem deutlichen Porus an der Stelle stärkster Wandkrümmung (Taf. I, Fig. 4). Die Länge dieser Schalen schwankt zwischen 15 und 18 μ, die Breite zwischen 14 und 16·5 μ. Die Wanddicke beträgt 2 bis 2·9 μ und erreicht ein Maximum in der Umgebung des Porus. Der Porus selbst hat einen Durchmesser von 2·3 bis 3·3 μ. Die Entscheidung, ob stets ein Pfropf den Porus verschließt, fällt nicht leicht; manchmal scheint dies so zu sein, in anderen Fällen wiederum nicht; aber man gewinnt den Eindruck, daß der Porus wenigstens außen von einer Gallerte bedeckt ist.

Wenn man solchen Individuen in den Planktonproben begegnet, so denkt man vorerst gar nicht daran, sie mit Coccolithineen in Zusammenhang zu bringen, denn der äußere Habitus gibt keinen zwingenden Anlaß zu einem solchen Vergleich. Vielmehr wird die Kalkflagellatennatur dieser Form erst offenbar, wenn man Individuen sieht, die an ihrer Oberfläche von napfartigen Discolithen bedeckt erscheinen. Häufig ist die Coccolithenbekleidung rundherum eine vollständige (Taf. I, Fig. 1 bis 3). Die Coccolithen sind ohne bestimmte Orientierung mehr oder weniger dicht aneinandergelagert und reichen meist auch über den Porus (Taf. I, Fig. 3), weshalb ich geneigt bin, die Form dem Genus *Pontosphaera* zuzuweisen. Ein Dimorphismus ist an den Coccolithen nicht wahrzunehmen. Sie sind durchwegs napfförmig (Textfig. 1) mit nach unten konisch zulaufender Wand, im Grundriß elliptisch, 1·5 bis 2·3 μ lang, von einer Breite, die etwa 0·7 der Länge entspricht. Höhe 0·5 bis 0·6 μ.

Verdünnte Säuren (Essigsäure, Sulfosalicylsäure) lösen zuerst die Coccolithen auf, dann später, wenn auch etwas langsamer, die dicke strukturlose Sporenmembran. Es bleibt dann nur mehr ein zartes, gallertiges Gebilde übrig, das genau die Gestalt des aufgelösten Kalkovoides beibehält, aber schließlich gleichfalls verschwindet. Offenbar besteht die Dauersporenwand aus einer organischen Grundsubstanz, in welcher der kohlensaure Kalk, der ja den Skelettelementen der Kalkflagellaten ihr spezifisches chemisches Wesen verleiht, eingelagert ist. Den chemischen Aufbau der Wand hat man sich also offenbar in ähnlicher Weise vorzustellen, wie er durch L. Rhumbler für die Foraminiferen nachgewiesen ist. In gutem Einklang damit steht auch das mechanische Verhalten der Sporenschale, denn wenn man sie zerdrückt, so erweist sie sich als sehr spröde und zerfällt in unregelmäßige Stücke mit scharfen Bruchrändern.

Sehr häufig trifft man Individuen, an deren Oberfläche nur wenige, zerstreut liegende Coccolithen aufsitzen. Vergleichende Beobachtung lehrt, daß die Coccolithen primär die Oberfläche des Ovoides zur Gänze bedecken, aber allmählich abfallen und zuletzt das nackte Ovoid allein übrig lassen. Man kann daraus entnehmen, wie die

Coccolithenhülle — gleich der primären Mutterzellenhülle etwa bei *Chromulina* — nach Ausbildung der dicken homogenen Sporenwand ihre Bedeutung als Organ völlig einbüßt und damit überflüssig wird.

Im Innern der Dauersporen sind die beiden Chromatophoren deutlich zu sehen. Auch fand sich an den lebenden Individuen eine Ansammlung vieler kleiner Flüssigkeitskügelchen, die bei Einwirkung von Reagenzien zu einem einzigen, größeren Tropfen zusammenflossen. Durch Drücken auf das Deckglas mittels der Präpariernadel konnte man sich überzeugen, daß es sich um eine sehr leicht bewegliche Flüssigkeit handelt, die möglicherweise fettes Öl vorstellt, wie dies bei den Flüssigkeitskügelchen der schon längst bekannten Dauersporen anderer Chrysomonaden, z. B. *Chromulina,* offenbar der Fall ist. Aus äußeren Gründen war es mir nicht möglich, während meines Aufenthaltes in Rovigno die chemische Natur der Tröpfchen einwandfrei zu prüfen, und ich hoffe, diese Lücke bald einmal ausfüllen zu können. Aber grundsätzlich ist die Beschaffenheit des Inhaltes von sekundärer Bedeutung, wenn es sich allein darum handelt, den Dauersporencharakter der Ovoide festzulegen; denn dafür ist in erster Linie der Aufbau der Wand maßgebend. An konserviertem Material gelang es mir nicht mehr, über den Sporeninhalt ein klares Resultat zu erzielen.

Was den Porus anlangt, so darf man annehmen, daß er in der ontogenetischen Formenreihe der Spezies dem geißeltragenden Vorderende der Mutterzellenschale entspricht. Dies wird durch Beobachtungen nahegelegt, die man an bestimmten Coccolithineen-Arten über das Ausschlüpfen der Zoosporen machen konnte. Nach Schiller (1926, p. 331 ff.) werden diese nämlich am Geißelpol entlassen; und so liegt es recht nahe, diesen Ort mit dem Porus der Dauerstadien zu vergleichen, da es sich ja auch hier wohl nur um die Austrittsstelle für die Zoosporen und weit weniger um ein Organ für den Stoffaustausch während der Ruheperiode handeln kann.

Wir haben es daher mit einer Dauerspore von dem für die Chrysomonaden überaus typischen Bau zu tun, also mit einer »endogenen«, d. h. innerhalb der primären Mutterzellenhülle ausgebildeten sekundären Sporenwand. Der Porus an dieser letzteren ist dafür ein sehr charakteristisches Merkmal (A. Scherffel, 1911, p. 328). Die äußere Coccolithenhülle ist nichts anderes als die Mutterzellenschale, die noch einige Zeit außerhalb der sekundären Dauersporenschale persistiert, um schließlich zugrunde zu gehen. Die Entwicklung der vegetativen Mutterzelle zur Dauerspore ließ sich bis jetzt allerdings noch nicht verfolgen. Aber man kann es von vornherein als unwahrscheinlich ansehen, daß an der Bildung der sekundären Sporenwand auch ein »extracystäres« Plasma beteiligt ist, wie es bei anderen Chrysomonaden festgestellt werden konnte. Die aus Coccolithen bestehende Hülle liegt der Sporenwand viel zu eng an, als daß eine Protoplasmaschichte noch dazwischen Platz gehabt haben könnte. Zweifellos wurde die sekundäre Sporenwand ausschließlich vom Periplasten zentrifugal abgeschieden.

## Dauersporen von *Rhabdosphaera erinaceus* nov. spec.

Während meiner Untersuchungen in der Adria war es mir außerdem möglich, noch einen zweiten Dauersporentypus nachzuweisen, der von der oben geschilderten Form wesentlich abweicht und geeignet ist, auch über den Rahmen der Coccolithineen hinaus unser Bild von den Dauerzuständen der Chrysomonaden zu erweitern. Es handelt sich um eine Art des Genus *Rhabdosphaera* (*Rh. erinaceus* nov. spec.). Die Individuen weisen bei flüchtiger Betrachtung eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit Schiller's (1926, p. 399, Fig. G) Zeichnung von *Rhabdosphaera nigra* auf. Das vegetative Stadium von *Rh. erinaceus* wurde von mir bereits in einigen Fällen gesehen, bedarf aber noch der genaueren Untersuchung. Die in manchen Proben recht

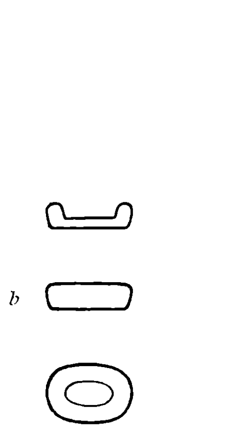



Fig. 1. Coccolith von *Pontosphaera steueri* nov. spec. 6000 mal.

*a* Längsschnitt,
*b* Seitenansicht,
*c* Draufsicht.

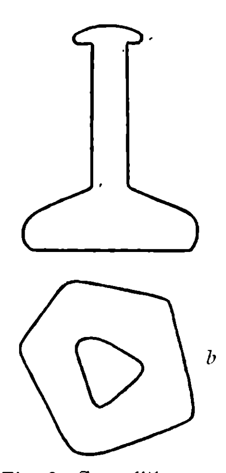



Fig. 2. Coccolith von *Rhabdosphaera erinaceus* nov. spec. 6000 mal.

*a* senkrechter Durchschnitt,
*b* Draufsicht.

zahlreichen Sporen (Taf. I, Fig. 6) haben eine kugelige oder etwas ellipsoidische Schale und besitzen einen Durchmesser von 25 bis 42 μ. Die Skelettelemente (Textfig. 2) stoßen pflasterartig dicht aneinander, so daß sie sich gegenseitig zu polygonalen Prismen abflachen. Diese sind 0·9 bis 2 μ hoch und 2 bis 4·8 μ im horizontalen Sinne ausgedehnt. Die darauf senkrecht stehenden Stäbchen sind 2 bis 5 μ lang und 0·5 bis 1 μ dick und erscheinen am äußersten Ende ein wenig verbreitert.

Die Schalen zeigen somit eine beträchtliche Variabilität, sowohl in der Gesamtabmessung wie auch in der Größe der Kalkelemente; aber keineswegs haben immer die größeren Schalen auch derbere Kalkelemente und umgekehrt. Erst das künftige Studium reichlichen Materials wird lehren, ob verschiedene Varietäten zu unterscheiden sind oder nicht.

Die Schalen sind ziemlich undurchsichtig und lassen schon äußerlich auffällig erkennen, daß sie mit einem kompakten Inhalt vollgepfropft sind. Und wenn man die Kalkschale mittels Säure auflöst, so bleibt von der Zellumhüllung nur eine unterhalb der Schale gelegene, stark lichtbrechende, scharf konturierte Membran übrig, während der aus schwach gelblichen, dicht gedrängten Körnern bestehende Inhalt nun klar vor Augen liegt. Dieser ist als Stärke anzusprechen, da er mit Jodwasser oder Jodkalium alsbald einen violetten Ton annimmt, der schließlich in tiefstes Schwarzviolett übergeht, wobei sich dann die Membran als helle Randpartie deutlich abhebt. Es besteht kein Zweifel, daß dieser Stärkeinhalt den Reservestoff der Spore darstellt. Führt man die Entkalkung an lebensfrischem Material aus, so treten im Inhalt zwei kleine, kugelige, orangefarbene, wahrscheinlich Carotin enthaltende Körperchen (Durchmesser 6 bis 10 $\mu$) auffällig hervor; sie sind wohl die Reste der beiden Chromatophoren der vegetativen Zelle. Auch der Versuch, mittels Chloralhydrat Aufhellung des Sporeninhaltes zu bewirken, wurde ausgeführt; dadurch fiel die Färbung mittels Jod noch viel schöner aus. Ferner wurde die mit Jod tingierte Stärke durch Kalilauge wiederum entfärbt. Eine erneute Behandlung des (wiederum angesäuerten) Objektes mit Jodwasser ergab dann einen mehr dem Blau genäherten Farbton, wohl deshalb, weil die Kalilauge die gelbliche Färbung des Sporeninhaltes ausgebleicht hatte, wobei übrigens auch an den beiden carotinführenden Chromatophorenresten die Orangefarbe verlorengegangen war. Wenn man die entkalkte Dauerspore mit Methylenblau behandelt, so nimmt eine ungefähr in der Mitte gelegene, aber gegen die Peripherie mehrfach zipfelig ausgezogene Partie eine auffällige Färbung an: es handelt sich wohl um das Protoplasma mit dem Zellkern. Dieser letztere läßt sich übrigens auch mit Methylgrün-Essigsäure gut zur Anschauung bringen. An den mit Jod behandelten Individuen sticht jener ganze Bezirk durch seine hellere Farbe gegen die dunkelviolette Umgebung merklich ab.

Der Versuch, die chemische Beschaffenheit der nach Beseitigung des Zellinhaltes und nach der Entkalkung übrigbleibenden Zellmembran zu ermitteln, hat die Tatsache zutage gefördert, daß sie aus zwei Schichten besteht. Diese Erkenntnis ist auf folgende Weise zustande gekommen. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod nahm die Membran eine dunkelviolette Färbung an. Diese Reaktion ließ auf die Gegenwart von Zellulose schließen, und so war es naheliegend, den Befund auch durch weitere Zellulosereaktionen auf die Probe zu stellen. Vor allem kam die Jod-Schwefelsäure-Reaktion an die Reihe. Dabei ergab zuerst das Jodkalium einen hellvioletten Ton, der nach Zufügung von 66%iger Schwefelsäure in ein dunkles Grauviolett, schließlich sogar in ein förmliches Schwarzviolett überging. Eine bloß aus Zellulose bestehende Membram hätte als Resultat ein reines Blau ergeben müssen; aber bei unserem Objekt bekam man nur eine Mischfarbe aus den Farbtönen beider Schichten zu sehen. Durch kräftiges Drücken mit der Präpariernadel auf das

Deckglas ließen sich nachher die beiden Zellagen meistens unschwer auseinanderdrängen, und man konnte feststellen, daß die äußere Schichte gelbbraun, die innere dagegen rein blau war. Diese letztere war also der Träger der charakteristischen Zellulosereaktion. Die Trennung der Schichten gelang deshalb leicht, weil die durch die Schwefelsäure zu Amyloid umgewandelte Zellulose stark gequollen war und sich daher von der weniger gequollenen äußeren Lage ohne Schwierigkeit abheben ließ.

Es galt nun die chemische Natur dieser äußeren Schichte, wenn möglich, näher zu prüfen. Zu diesem Zweck wurde die Zellulosemembran mittels 96 % iger Schwefelsäure oder Javelle'scher Lauge gänzlich zerstört, so daß nur die äußere Lage übrigblieb und nun für sich allein untersucht werden konnte. Im polarisierten Licht erweist sie sich (so wie auch die innere Schichte) als doppeltbrechend. Nach Behandlung mit Sudan-Glycerin nimmt sie eine schwache orangerote Färbung an. Jodkalium färbt sie gelbbraun. Diesen Farbton behält die Schichte auch bei, wenn man nach Ausführung der Jod-Schwefelsäure-Reaktion die Zerstörung der inneren, zu Amyloid gewordenen Schichte mittels 96 %iger Schwefelsäure vorgenommen hat. Und da die übriggebliebene Lage etwas gequollen ist, so treten ziemlich deutlich die Stellen, an denen vor der Entkalkung die Coccolithen saßen, als kleine dunklere Flecken hervor. Wendet man nun Methylenblau an und tilgt nachher mittels Ammoniak die gelbbraune Jodfärbung aus, so bleibt die reine Methylenblaufärbung übrig, wobei die Coccolithenstellen hell auf dunklerem Grunde erscheinen. Safranin, Fuchsin und Gentianaviolett färben die Schichte sehr rasch und kräftig.

Im ganzen zeigt also die Zellmembran ein Verhalten, wie es uns an die cutinisierten Zellhäute höherer Pflanzen erinnert. Eine derart beschaffene Zellmembran an einem (wenn auch geißellosen) Entwicklungsstadium im Bereiche der Flagellaten ist ohne Frage sehr auffallend.

An diesem Dauersporentypus bleibt somit die primäre Wand der Mutterzelle als äußere Dauersporenhülle vollkommen erhalten, und zwar offenbar bis zur Ausbildung und Entlassung der Zoosporen. Die Entstehung einer sekundären derben Sporenwand, wie sie für den zuerst geschilderten und für die Chrysomonaden besonders charakteristischen Typus einer Dauerspore bezeichnend ist, scheint gänzlich zu unterbleiben. Die Zellmembran, die nach der Entkalkung so schön hervortritt, läßt keinerlei präformierte Öffnung für den Durchtritt der Zoosporen entdecken; wahrscheinlich dient diesem Zweck ein einfaches Aufreißen der Membran. Wir haben also eine für die Chrysomonaden und damit auch für die Coccolithineen durchaus atypisch gebaute Dauerspore vor uns. Von besonderer Bedeutung ist aber das Auftreten der Stärke als Reservestoff. Für Chrysomonaden ist dies natürlich sehr merkwürdig, denn als Assimilat hat man bisher fast ausschließlich fette Öle oder Leucosin angetroffen, und nur in vereinzelten Fällen wird von kleinen Körnchen berichtet, welche

amyloider Natur zu sein schienen (Pascher, 1912, p. 180, 194; 1913, p. 4). Prof. A. Scherffel[1] sagt ausdrücklich, daß er niemals Stärke oder stärkeähnliche Substanz bei Chrysomonaden beobachtet habe und noch heute daran festhalten muß, daß die Abwesenheit von Stärke ein Kriterium der Chrysomonadenzelle sei. Der Genannte hält es auch für höchst unwahrscheinlich, daß es Chrysomonaden-Dauersporen mit Stärke gäbe. Die Dauersporen von *Rhabdosphaera erinaceus* nov. spec. stellen sich sonach völlig in Gegensatz zu allem dem, was wir über Assimilate und Reservestoffe bei Chrysomonaden bislang wissen. Sie haben sich wohl ganz unabhängig von dem zuerst geschilderten Dauersporentypus der *Pontosphaera* herausgebildet, und vielleicht wird uns die Zukunft zeigen, daß dieser aberrante Typus auf das Genus *Rhabdosphaera* oder wenigstens auf die Familie der Coccolithaceen beschränkt ist. Die Verschiedenheit der beiden Sporenformen erscheint weniger sonderbar, wenn man den weiten Abstand berücksichtigt, der die beiden Genera *Pontosphaera* und *Rhabdosphaera* im System der Coccolithineen trennt.

## Schlußbemerkungen.

Wie immer man die geschilderten beiden Dauersporentypen in ihrem Verhältnis zueinander aufzufassen vermag, auf jeden Fall bedeuten sie den bestimmten Nachweis von Dauerzuständen bei den Coccolithineen. Auch Prof. Schiller versicherte mir mündlich beim Mikroskop, daß er diese Formen, wenn sie seinerzeit bei seinen Studien an der Adria ihm vor Augen gekommen wären, gewiß auch sofort als Dauerstadien erkannt hätte, und er fügte hinzu, daß die von ihm im Jahre 1916 als Dauerzustände angesehenen Gebilde ein ganz anderes Aussehen gehabt haben und daß ihre damalige Deutung, angesichts der heute vorliegenden Funde, als vollkommen hinfällig zu betrachten sei.

Die Auffindung typischer Chrysomonaden-Dauersporen bei den Kalkflagellaten führt sogleich zur Frage nach der Auswirkung dieser Funde auf die systematische Stellung der Coccolithineengruppe. Es sei erinnert, daß schon Lohmann (1902, p. 125) die Zugehörigkeit der Coccolithineen zu den Chrysomonaden klar erkannt hat. Einzelne spätere Autoren haben aber die Coccolithineen als selbständige Gruppe gleichwertig neben die Chrysomonaden gestellt, so R. v. Wettstein (1923/24, p. 68), der ihnen den Platz zwischen den Chloromonadineen und Silicoflagellaten anwies, ferner Schiller (1925, p. 53), für den die eigenartige und hohe Spezialisation der Kalkschale sowie das Fehlen der typischen Chrysomonaden-Dauerstadien als wesentliche Differenzpunkte in die Waagschale fielen. Der nunmehr zweifellose Besitz solcher Dauersporen sichert jetzt endgültig den Coccolithineen ihre Stellung innerhalb der Chryso-

[1] Nach freundlicher Mitteilung vom 19. November 1936.

monaden, wobei die besondere Ausbildung des Skelettes ihnen hier den Rang der höchststehenden Teilgruppe gibt.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß beide Typen von Dauersporen als Bestandteile der marinen Schwebeflora erscheinen. Ob dies bei diesen Sporen ausschließlich gilt oder ob ein Absinken und Überstehen der Ruheperiode am Boden damit ebenfalls einhergeht, wird erst eine vergleichende Untersuchung des Bodenschlammes lehren. Die Auswertung der aus den Planktonproben gewonnenen Zählungsresultate wird uns schließlich ein Bild von der jahreszeitlichen Verteilung dieser Dauersporen gewähren und damit vielleicht manchen näheren Einblick in ihre Entwicklung eröffnen.

---

Indem ich nun dieses Teilergebnis meiner Studien über die Coccolithineen von Rovigno der Öffentlichkeit übergebe, spreche ich der Akademie der Wissenschaften in Wien den geziemenden Dank aus für die Unterstützung, die sie im Juli 1935 meinen Untersuchungen durch Verleihung einer Subvention aus den Mitteln der Zach-Siftung zuteil werden ließ.

Wien, Universität, Geologisches Institut.

## Angeführte Literatur.

Conrad, W. (1926), Recherches sur les Flagellates de nos eaux saumâtres. 2. Partie, Chrysomonadines. — Arch. Protistenkde., *56*, p. 167—231, Taf. 7—9, Jena.

Entz, G. jun. (1930), Phaenologische Aufzeichnungen und einige morphologische Beobachtungen an Chrysomonaden. — Folia Cryptogamica, *1*, p. 669—742, Szeged.

Kamptner, E. (1928 a), Über eine Coccolithophoride aus der »Alten Donau« bei Wien. — Arch. Protistenkde., *61*, p. 38—44, Jena.

— (1928 b), Über das System und die Phylogenie der Kalkflagellaten. — Arch. Protistenkde., *64*, p. 19—43, Jena.

— (1936), Über die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien. — Anz. Akad. Wiss. Wien, p. 243—247.

Klebs, G. (1893), Flagellatenstudien II. — Z. wiss. Zool., *55*, p. 353—445, Taf. 17, 18.

Lohmann, H. (1902), Die Coccolithophoridae. — Arch. Protistenkde., *1*, p. 89—165, Taf. 4—6, Jena.

Pascher, A. (1910), Chrysomonaden aus dem Hirschberger Großteiche, I. Teil. — Monogr. Abh. Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., *1*, Leipzig.

— (1912), Über Rhizopoden- und Palmellastadien bei Flagellaten (Chrysomonaden). — Arch. Protistenkde., *25*, p. 153—200, Taf. 9, Jena.

— und E. Lemmermann (1913), Flagellatae II, in: Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, *2*, Jena.

Scherffel, A. (1911), Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonadineen. — Arch. Protistenkde., *22*, p. 299—344, Taf. 16, Jena.

Schiller, J. (1916), Der derzeitige Stand unserer Kenntnis der Coccolithophoriden. — Naturwiss., *4*, p. 277—283, Berlin.

Schiller, J. (1925), Die planktontischen Vegetationen des adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911—1914. — Arch. Protistenkde., *51*, p. 1—130, Taf. 1—9, Jena.

— (1926), Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen. — *53*, p. 326—342, Jena.

— (1930), Coccolithineae, in: Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Aufl., *10*, Flagellatae, herausgegeben von F. Kolkwitz, 2. Abt., p. 89—273, Leipzig.

Wettstein, R. (1923/24), Handbuch der systematischen Botanik, 3. Aufl., Wien-Leipzig.

## Tafelerklärung.

Fig. 1. Dauerspore von *Pontosphaera steueri* nov. spec. samt der primären Mutterzellenschale (Coccolithenbekleidung), optischer Längsschnitt.

Fig. 2. Dasselbe von der Seite, bei hoher Einstellung.

Fig. 3. Dasselbe von vorne, optischer Schnitt in der Höhe der Ausmündung des Porus.

Fig. 4. Dauerspore von *Pontosphaera steueri* nov. spec. bereits ohne primäre Coccolithenbekleidung, optischer Längsschnitt.

Fig. 5. Dasselbe von vorne, optischer Schnitt in der Höhe der Ausmündung des Porus.

Fig. 6. Dauerspore von *Rhabdosphaera erinaceus* nov. spec. Optischer Längsschnitt.

Fig. 7. Dasselbe nach der Entkalkung; Reservematerial und Zellmembran sichtbar.

Alle Mikrophotogramme sind in 1400facher Vergrößerung ausgeführt.

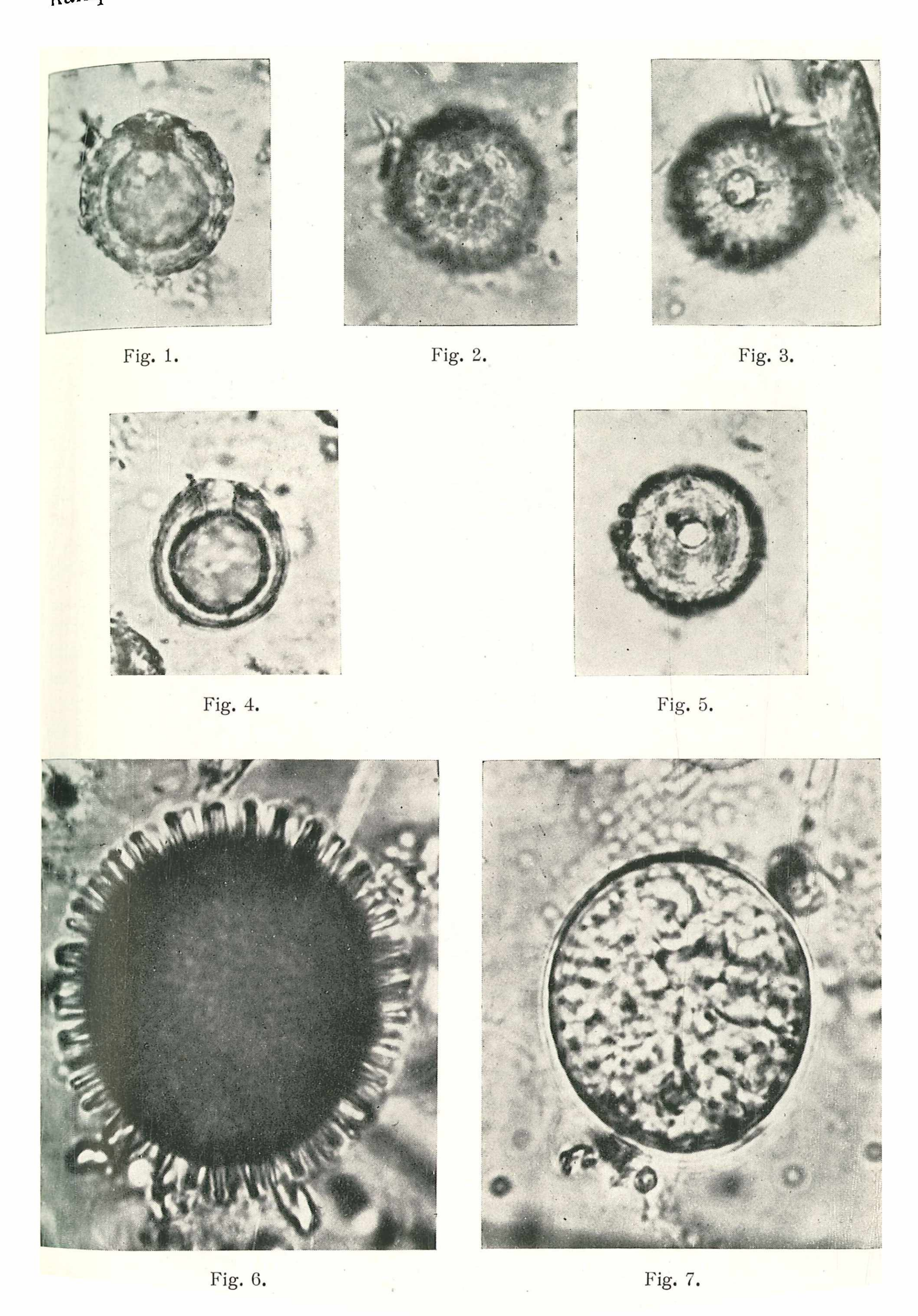


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 6. Fig. 7.